Revista Internacional de
Ingeniería
de Estructuras

Vol. 26, 2, 313-329 (2021)

SOCIOECONOMIC IMPACT DERIVED FROM THE VEHICULAR CLOSURE DUE TO DAMAGES ON THE CORPAC BRIDGE IN TINGO MARÍA, HUÁNUCO, ON FEBRUARY 2020

Ortiz David [(1)], Reinoso Eduardo [(2)], Calderón María O. [(3)]

[(1)] Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería, Ciudad de México, México. dortizs@iingen.unam.mx
[(2)] Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería, Ciudad de México, México. ereinosoa@iingen.unam.mx
[(3)] Universidad de Huánuco, filial Leoncio Prado, Huánuco, Perú. 2017112266@udh.edu.pe

Received: January 2021; Accepted: April 2021
Published: May 2021

ABSTRACT

In this research, we performed a brief description of the damages and repairs on the Corpac bridge in Tingo María, Peru, based on the information gathered from different media and field research in situ, registering that, due to the transit of vehicles that exceeded the maximum permitted load of weight, and due to a lack of maintenance in the infrastructure, there were several damage, such as a slip in the bottom skid of the left rail beam steering to Castillo Grande and a fracture along the weld between some steel plates and beams. For the repairs, welds were carried out using an E 7018 electrode.

Subsequently, we analyze the social and economic problems derived from the loss of operation on the bridge based on information gathered from structured and non-structured interviews, documenting that there was great social dissatisfaction due to inflation, as well as great negative effect on some businesses.

In order to avoid greater problems in the future, for example, a collapse that could potentially claim human lives or bigger economic losses, we suggest that the corresponding authorities take strict measures to control the vehicular flow of the Corpac bridge. Furthermore, we recommend the commission of engineers specializing in structures to perform more continuous inspections on the bridge, performing a correct maintenance of the infrastructure and building alternative roads for the benefit of the population.

Keywords: Damage in bridges. Structural rehabilitation. Socioeconomic impact. Corpac Bridge

http://dx.doi.org/10.24133/riie.v26i2.2046

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DERIVADO DEL CIERRE VEHICULAR POR LOS DAÑOS EN EL PUENTE CORPAC DE TINGO MARÍA, HUÁNUCO EN FEBRERO DE 2020

RESUMEN

En esta investigación se efectúa una breve descripción de los daños y la rehabilitación del puente Corpac de Tingo María, Perú con base en información recabada de distintos medios de comunicación e investigación de campo in situ, registrándose que, debido al tránsito de vehículos que excedieron la carga máxima permisible y a la falta de mantenimiento de la obra de infraestructura vial, se produjeron varios daños, tales como un deslizamiento en el patín inferior de la viga del carril izquierdo con dirección a Castillo Grande y una fractura a lo largo de la soldadura entre algunas placas y vigas de acero. Para las reparaciones se efectuaron soldaduras empleando electrodo E 7018.

Posteriormente, en este trabajo se analizan los problemas sociales y económicos derivados del cierre vehicular del puente con base en información obtenida de entrevistas estructuradas y no estructuradas, documentándose que se produjo un gran descontento social por la inflación, así como grandes afectaciones en algunos negocios.

Para evitar problemas más graves en el futuro, por ejemplo, un colapso que propicie víctimas humanas o mayores pérdidas económicas se sugiere que las autoridades correspondientes tomen medidas estrictas para controlar el tránsito vehicular del puente Corpac. Además, se recomienda comisionar a Ingenieros especialistas en Estructuras para realizar inspecciones más continuas de esta construcción, llevar a cabo un correcto mantenimiento de la obra de infraestructura y construir vías alternas para el beneficio de la población.

Palabras Claves: Daño en puentes. Rehabilitación estructural. Impacto socioeconómico. Puente Corpac

1 INTRODUCCIÓN

Los puentes se construyen para salvar cruces a desnivel o algún accidente geográfico como corrientes de agua y depresiones del relieve topográfico con el objetivo de generar una circulación fluida y continua de peatones, ductos de los diferentes servicios o vehículos para mejorar la calidad de vida de las comunidades. Si estas obras de infraestructura colapsan o sufren daños, ya sea por sobrecargas, influencia del ambiente u ocurrencia de fenómenos naturales (vientos, sismos, inundaciones, entre otros) pueden causar desde un congestionamiento vial hasta la interrupción de diversas actividades económicas, derivándose grandes pérdidas económicas e inclusive víctimas humanas (Gómez *et al*., 2006, García *et al*., 2014). Este problema, que es de interés para la Ingeniería Civil, Economía, Sociología y Política, nos motivó a desarrollar la presente investigación y en tal sentido, el puente Corpac de Tingo María constituye un interesante caso de estudio.

En general, los puentes son importantes porque elevan la competitividad y plusvalía de la región donde se construyen, favorecen al crecimiento económico que beneficia a diversos sectores como el de la construcción y el turismo, permiten la conexión o acortan distancias para el transporte de mercancías y personas y en general responden a necesidades o solicitudes por parte de la población (Placencia, 2014; VISE, 2016).

Por ello, el Ingeniero Civil considera la sustentabilidad en los proyectos de puentes incluyendo las dimensiones sociales, económicas y ambientales. Además, para el análisis y diseño de estas estructuras, el Ingeniero especialista en Estructuras toma en cuenta las solicitaciones pertinentes, se basa en un reglamento de construcción vigente y se asiste de un software de cálculo estructural con la finalidad de evitar su colapso garantizando la seguridad de las personas y de asegurar su funcionalidad para evitar o minimizar pérdidas económicas (Lobo, 2001; MTC, 2003, Rivera y Meli, 2008; Rodríguez, 2012; AASHTO, 2014; Monleón, 2017).

Sin embargo, los puentes requieren continuamente de inspección, mantenimiento y conservación que garanticen en su vida útil un comportamiento seguro y adecuado, pero desafortunadamente en el mundo se puede observar que la mayoría presenta condiciones patológicas críticas que, aunque algunas veces no están asociadas a daños sísmicos, reducen la capacidad estructural para soportar sismos que pudieran ocurrir (Molina *et al*., 2012; Mascia y Sartoti, 2011; Molina *et al*., 2012, Jara *et al*., 2006). Se ha observado que las razones por las que existe un rezago en la conservación de estas obras de infraestructura vial son la escasez de recursos, la preferencia para dar mantenimiento a pavimentos y terracerías, así como la falta de cultura e impopularidad para la realización de operaciones y trabajos que las mantengan con sus características funcionales, resistentes e incluso estéticas (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2018). Particularmente en Perú se ha identificado que diversos puentes de la Red Vial con más de cincuenta años de uso han sufrido daños por falta de un mantenimiento adecuado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006), siendo el Puente Corpac de Tingo María un claro ejemplo y del que más adelante se describirá su patología.

Como se observó en el puente Corpac, cuando un sistema estructural se daña por algún evento, es necesario realizar oportunamente una evaluación de la seguridad estructural, diseñar el proyecto de rehabilitación y ejecutar las obras correspondientes para devolver su funcionalidad y restaurar el flujo peatonal o vehicular lo más pronto posible para minimizar las pérdidas económicas.

En esta investigación se describen brevemente los daños en el puente Corpac de Tingo María, Perú en febrero de 2020, los cuales se produjeron por la superación en exceso del peso máximo de tránsito permitido y por la falta de mantenimiento de la construcción, y después se explica concisamente la rehabilitación. Finalmente, se estudia el impacto socioeconómico derivado de la inoperatividad de esta obra de infraestructura vial con la finalidad de ofrecer algunas recomendaciones a las autoridades gubernamentales y a los habitantes para reducir la vulnerabilidad estructural del puente y de esa forma evitar pérdidas tangibles e intangibles en un futuro.

2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE CORPAC

El puente colgante Corpac se localiza en el departamento de Huánuco, República del Perú (figura 1). Fue construido en 1968 en Tingo María, Leoncio Prado para salvar el río Huallaga, que es un afluente del río Marañón y parte de la cuenca superior del río Amazonas, con la finalidad de conectar el distrito de Rupa Rupa con los distritos de Castillo Grande y Mariano Dámaso Beraún (figura 2 a). Esta obra de infraestructura vial tiene una longitud libre de 100.50 metros (figura 2 b) y es sostenida por cables de acero que transfieren su carga a anclajes de concreto ubicados a aproximadamente 25 metros de los estribos.

Desde hace varios años en el puente Corpac transitan vehículos de alto tonelaje trasladando productos agrícolas, material de construcción y maquinaria pesada.



Figura 1 Ubicación geográfica del puente Corpac. Fuente: Google Maps





a) b)

Figura 2 Vista del puente Corpac de Tingo María, Perú; a) Lateral. Fuente: De autores (2020); b) Frontal. Fuente: De autores (2020)

3 VULNERABILIDAD SOCIAL Y ECONÓMICA DE HUÁNUCO

El departamento de Huánuco tiene una población de 721,047 habitantes y su capital y ciudad más poblada es Huánuco. Una de sus once provincias es Leoncio Prado cuya capital es Tingo María, la cual es conocida como “La Bella Durmiente”, se ubica a 135 km de la ciudad de Huánuco y tiene una superficie de 4,395.46 km^2 y alrededor de 50,000 habitantes (Municipalidad Provincial de Leoncio Prado, 2020).

Huánuco dispone de un gran potencial de recursos naturales. Por su ubicación geográfica, constituye la puerta de entrada a la Amazonía Peruana a través de la ciudad de Tingo María, que por su localización es el eje de desarrollo de la Selva Central del Perú, integrándose económicamente con las regiones de Ucayali y Loreto. Por otra parte, es una gran fuente de abastecimiento de productos agrícolas a la capital del Perú, Lima (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2000). Además, cuenta con diversos lagos y lagunas, y es recorrida por numerosos ríos (Marañón, Huallaga, Pachitea, entre otros) que le imprimen una gran aptitud como generador de energía hidroeléctrica.

La agricultura es la principal actividad económica de la población de Huánuco, puesto que concentra alrededor del cincuenta por ciento del empleo en la región, siendo la papa y la arveja grano verde los principales cultivos. En la provincia de Leoncio Prado se cultivan el café, cacao, maíz amarillo duro, frijol grano seco, arroz, plátanos, yuca, entre otros, así como árboles y palmeras frutales, entre los que destacan: papaya, mango, piña, sapote, aguaje, pijuayo y caimito. Tingo María cuenta con la planta de transformación de cacao y café a cargo de la Cooperativa Naranjillo y la Universidad Nacional Agraria de la Selva, a través de su Centro de Producción Planta Piloto. Sin embargo, la productividad de la mano de obra en Huánuco aún se encuentra rezagada con respecto al promedio nacional, debido principalmente al bajo nivel de capitalización del sector. Además, presenta una significativa actividad pecuaria, en la que el ganado principalmente es vacuno, porcino y ovino. Dada su disponibilidad de recursos hídricos, es atractiva para la acuicultura teniendo una alta producción de trucha. Asimismo, cuenta con un enorme potencial para la actividad forestal (Banco Central de Reserva Natural, 2015).

El departamento de Huánuco posee una gran cantidad de atractivos turísticos. Particularmente en Leoncio Prado algunas atracciones son la Cueva de las Lechuzas del Parque Nacional de Tingo María, la Cueva de las Pavas y las cataratas de Santa Carmen y San Miguel. Incluso, los empresarios de Tingo María consideran que la situación de sus unidades económicas ha venido mejorando, especialmente aquellas dedicadas al turismo (Salazar, *et al*., 2017).

Con respecto a los indicadores de bienestar social en Huánuco, en los últimos años se ha observado que los niveles de pobreza han tenido una tendencia decreciente, sin embargo, las tasas aún se mantienen por encima en comparación con los demás departamentos del país. Por otra parte, aunque los indicadores educativos han mostrado un cierto progreso, las brechas con el resto del Perú son muy significativas. En el caso de la salud se han observado mejoras importantes en diversos indicadores, aunque hay algunas áreas donde es necesario reforzar las acciones, por ejemplo, los índices de desnutrición crónica infantil son más elevados que los del promedio nacional (Banco Central de Reserva Natural, 2015).

4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se realizó una observación directa del puente Corpac de Tingo María, desde la prohibición del paso vehicular hasta su reapertura con la finalidad de registrar el proceso llevado a cabo para devolver la funcionalidad de la estructura y el tiempo de inoperatividad.

Para documentar la patología estructural del puente se efectuó una investigación de campo in situ y un análisis documental con base en noticias obtenidas de periódicos, televisión digital, entre otros medios de comunicación, en las cuales fueron entrevistados Ingenieros Civiles y trabajadores de obra que participaron en la rehabilitación.

Por otra parte, se aplicaron entrevistas informales a los habitantes en el momento del cierre del puente y durante las reparaciones para determinar cómo es que esto los afectó. Además, se realizaron entrevistas estructuradas a dueños de unidades económicas, tales como agencias de viaje, tiendas de abarrotes, venta de comida, bebidas y artesanías para estudiar el impacto generado en estos negocios por el cierre vehicular del puente.

5 RESULTADOS

5.1 Tiempo de cierre vehicular del puente Corpac

Se observó que el cierre vehicular del puente Corpac de Tingo María, Perú tuvo una duración de un poco más de seis días. Esta restricción impuesta por las autoridades comenzó el 8 de febrero de 2020 alrededor de las 11:00 horas tras recibir una alerta de transeúntes que escucharon sonidos extraños emitidos por la estructura y culminó el 14 de febrero a la 1:00 pm una vez que se efectuaron las últimas inspecciones de las reparaciones. Asimismo, el paso peatonal fue suspendido únicamente por algunos lapsos muy breves mientras se efectuaban las soldaduras. En la figura 3 puede observar a la Policía Nacional del Perú de la División Provincial de Leoncio Prado resguardando el orden durante el tiempo de inactividad parcial de la obra de infraestructura vial.



Figura 3 Restricción del paso vehicular en el puente. Fuente: Usuario de redes sociales

En la figura 4 se muestra el proceso llevado a cabo para recuperar la operatividad absoluta de la construcción. Por otra parte, la patología estructural se describe en los siguientes dos apartados.

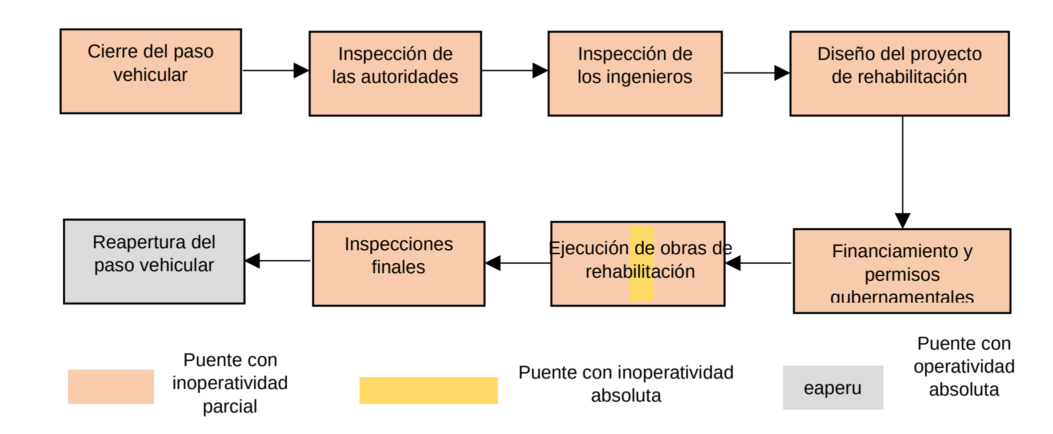


Figura 4 Proceso para la recuperación de la operatividad del puente. Fuente: Elaboración propia

5.2 Daños ocurridos en el puente colgante

Se registraron las siguientes afectaciones en el Puente Corpac originadas por el recurrente tránsito de vehículos que superaban el peso máximo permitido, que era de 30 toneladas por vehículo hasta antes del cierre, además del intemperismo y una falta de mantenimiento:

- Daños en los elementos estructurales de acero (figura 5), los cuales disminuyeron la capacidad de carga del sistema estructural:

- Una gran cantidad de miembros estructurales evidenció corrosión, generándose en estos una mala apariencia, pérdida de sección y disminución en su resistencia (figura 5 a). Esta reacción química propició que el acero perdiera electrones en presencia de oxígeno dando como resultado oxido de fierro. Las causas de este problema fueron la constante acción del agua y oxígeno haciendo contacto con los elementos de la estructura, puesto que en Tingo María el clima es cálido con lluvias intensas muy recurrentes, además de que se observó una falta de recubrimiento de protección de forma adecuada en el sistema.

- Un patín de la viga del carril izquierdo en dirección a Castillo Grande presentó un deslizamiento debido al paso de cargas superiores a las de diseño y a la corrosión (figura 5 b).

- Las uniones de varias placas y vigas fallaron debido a la fatiga del material, puesto que el puente está sujeto a cargas dinámicas cíclicas generadas por

los vehículos de gran peso, así como por la corrosión en el acero (figura 5 c). Se presentaron fracturas a lo largo de las soldaduras y grietas con un espesor de entre uno y dos centímetros.

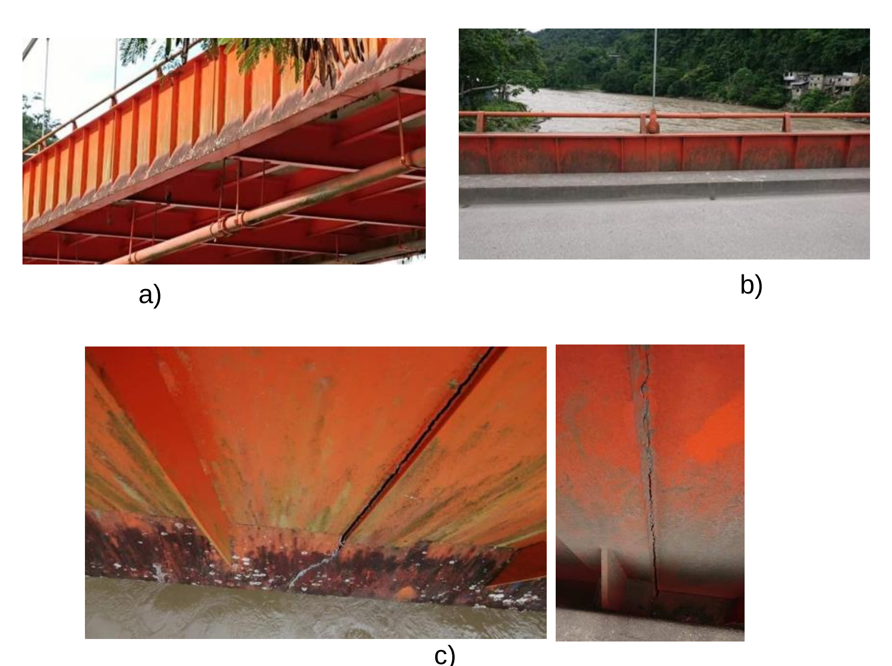


Figura 5 Daños en los elementos estructurales de acero del puente Corpac; a) Corrosión; b) Deslizamiento de patín; c) Fallas en las uniones y agrietamiento. Fuente: Usuarios de Facebook

- Deterioros en la superficie de rodamiento de concreto (figura 6), los cuales aminoraron el nivel de servicio de la estructura ocasionando una disminución en la seguridad vial y el confort del usuario:

- Desintegración leve y progresiva en la superficie de rodamiento perdiéndose la textura y el mortero, quedando expuesto el agregado grueso (figura 6 a). Este daño fue propiciado por la acción del tránsito y probablemente por una dosificación y curado inapropiados.

- Fisuras en la superficie de rodamiento del tablero de rodadura debido a la fatiga del concreto y el intemperismo (figura 6 b). Estas aberturas muy próximas entre sí tenían un ancho que no era considerable, no conformaban un patrón regular y se extendían con muy poca profundidad.



a)



b)

Figura 6 Daños en la superficie de rodamiento del puente Corpac; a) Desintegración leve y progresiva del concreto; b) Fisuras en el concreto. Fuente: Usuarios de redes sociales

5.3 Rehabilitación del puente colgante

Con respecto a la rehabilitación del puente Corpac, se observó que las fracturas a lo largo de las uniones, así como las grietas fueron reparadas con soldaduras empleándose E 7018 (figura 7). De acuerdo con las especificaciones de los proveedores basadas en el American Welding Society (AWS), en esta nomenclatura la E indica una soldadura con electrodo, el número 70 designa una resistencia mínima a la tensión de 70,000 lb/in^2 o PSI, mientras tanto, los dígitos 1 y 8 denotan de forma respectiva que el electrodo puede ser utilizado en todas las direcciones y tiene un bajo contenido de hidrógeno, pero cuenta con adiciones de polvo de hierro en el revestimiento para incrementar su rendimiento. Algunas de las ventajas del E 7018 son las siguientes (Romero, 2019):

- Posee una gran facilidad de encendido y reencendido.
- Puede aplicarse con corriente directa y electrodo positivo (polaridad invertida).
- Tiene una apropiada extensión del depósito con mínimo chisporroteo y de fácil limpieza, buena apariencia y remoción de escoria sin dificultad alguna.
- Es adecuado para realizar soldaduras en toda posición en aceros de alta resistencia mecánica.
- Está diseñado para trabajos donde se exija una alta temperatura de servicio (hasta 500°C).

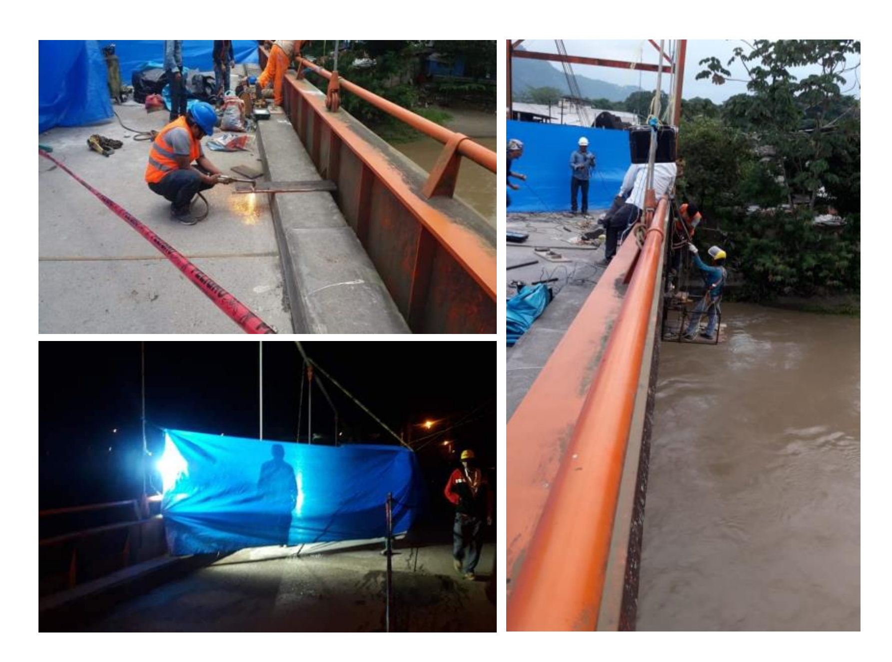


Figura 7 Ejecución de actividades para la reparación de fracturas en las uniones y grietas del puente Corpac. Fuente: De autores (2020)

Los pasos efectuados en la técnica de soldeo se mencionan a continuación:

- Limpieza de las superficies para soldar, retirando los materiales contaminantes.
- Colocación del electrodo sin doblar en el portaelectrodos.
- Colocación de la ropa y del equipo de protección.
- Regulación del amperaje correcto en el equipo de soldadura y encendido de éste.
- Ubicación en la posición de soldadura correcta e inicio del arco.
- Movimiento del electrodo en la dirección de avance manteniéndose un ángulo con una ligera inclinación y la distancia a los elementos para soldar.
- Conforme se avanzó en la soldadura el electrodo fue consumiéndose, acortándose su longitud. Para compensarlo, se fue bajando en forma paulatina la mano que sostenía el portaelectrodos manteniéndose la distancia a los elementos. Es importante mencionar que se mantuvo una velocidad de traslación uniforme al soldar.
- Cepillado de las superficies soldadas.

No se dispone de información sobre qué método fue empleado para formar el arco eléctrico entre la punta del electrodo y el elemento a soldarse. Sin embargo, se conoce que el método de rayado consiste en raspar el electrodo contra la pieza metálica ya conectada al potencial eléctrico del equipo de soldadura, mientras que el método de contacto implica dar golpes suaves con la punta del electrodo sobre la pieza en sentido vertical. En ambos métodos debe formarse el arco cuando al bajar el electrodo contra el elemento se produzca un destello lumínico. Una vez

conseguido el arco, debe alejarse el electrodo del elemento aproximadamente 6 mm para así poder mantenerlo. Luego se disminuye la distancia a 3 mm y se realiza la soldadura (Castiñeira, 2020).

No se observó que la corrosión en los elementos de acero y los deterioros en la superficie de rodamiento de concreto se atendieran en la rehabilitación del puente.

5.4 Impacto socioeconómico propiciado por la restricción vehicular del puente

En la figura 8 se muestra un esquema de los subeventos en el tiempo derivados del cierre vehicular por los daños en el puente colgante Corpac. El impacto socioeconómico desencadenado de la pérdida temporal y parcial de la operatividad de la construcción se detalla a continuación.

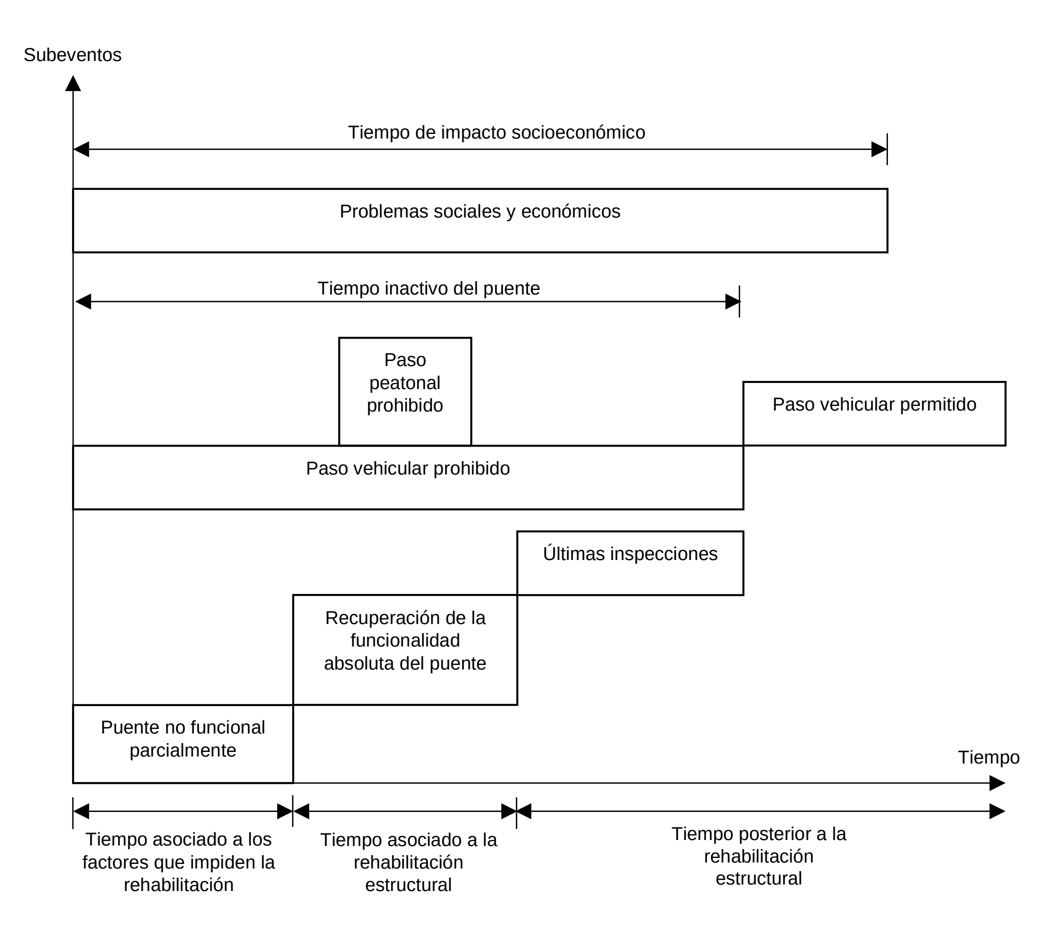


Figura 8 Subeventos en el tiempo por los daños en el puente. Fuente: Elaboración propia

Uno de los primeros problemas que se suscitó tras la prohibición del paso vehicular fue el descontento social, ya que muchos pobladores, al quedarse varados con sus vehículos en el lado opuesto del puente, manifestaron que se les debió haber comunicado con anticipación que se tomaría esta medida. Algunos de ellos pudieron encargar su moto, motoneta o automóvil con algún familiar o amigo, pero otros se vieron forzados a efectuar un pago por el alquiler de un estacionamiento. Inclusive, la gente también expresó su inconformidad durante las reparaciones del puente al considerar que este proceso se efectuaba con mucha demora.

Por otra parte, pese a que casi ninguno de los negocios cerró temporalmente, se observó que una gran cantidad de ellos experimentó alteraciones en las transacciones, debido a que se vieron en la necesidad de incrementar el precio de venta de sus productos (tabla 1) o servicios a causa del aumento de gastos de logística, puesto que los dueños tuvieron que pagar el servicio que ofrecían personas para trasladar los activos tangibles de un extremo a otro del puente. Se documentó que el precio del servicio de traslado, el cual se realizó asistiéndose de carretillas y carritos de carga manual en forma de “L” (figura 9), fue de tres soles por cada viaje.

Tabla 1 Algunos productos de tiendas de abarrotes que sufrieron un aumento en el costo para el cliente. Fuente: Elaboración propia

Producto	Precio de venta en soles antes del cierre vehicular	Precio de venta en soles hasta dos días después de reabrir el paso vehicular	Aumento en el precio de venta (%)
Detergente (90 g)	1.00	1.20	20.00
Fideo (1 kg)	5.50	5.70	3.64
Aceite (450 ml)	4.00	4.30	7.50
Paquete de sal	1.20	1.30	8.33
Lata de leche (400 g)	3.50	3.80	8.57
Arroz (1 kg)	3.50	3.70	5.71
Gaseosa (400 ml)	1.00	1.20	20.00
Suavizante para ropa	1.00	1.20	20.00





Figura 9 Forma de traslado de los productos debido a la restricción vehicular del puente. Fuente: De autores (2020)

Sin embargo, la inflación no sólo afectó a los negocios cuyos primeros efectos directos estribaron en vender menos de lo habitual, sino que también perjudicó a la economía de miles de familias. Por ejemplo, antes de la prohibición del paso vehicular, un menú (comida corrida) costaba 5.0 soles, mientras que hasta dos días después de la reapertura del paso vehicular costó 6.00 soles, lo que representó un aumento del precio de venta del 20.00 %. Análogamente, 1 kg de pollo experimentó un cambió de 8.50 a 9.50 soles, lo cual implicó una elevación del 11.76 %. Esto se debe a que a menudo la inflación es nociva para el crecimiento económico en general (Gutiérrez y Zurita, 2006; Moreno, *et al*., 2014).

Además de que los pobladores pagaron una mayor cantidad monetaria por la adquisición de varios productos, tuvieron complicaciones para trasladarse desde sus casas hacia sus destinos finales, ya que el tiempo y costo incrementó notoriamente. Particularmente, para ir de una vivienda ubicada en Castillo Grande a la Universidad de Huánuco, sede Leoncio Prado, antes de que se prohibiera el acceso a los vehículos habitualmente se requería de un sólo trayecto con un costo por el servicio de transporte desde 2.00 hasta 2.50 soles, mientras que durante el acordonamiento fue necesario efectuar un viaje en mototaxi desde la vivienda hasta un extremo del puente con un costo entre 1.50 y 2.00 soles, caminar a lo largo de la obra de infraestructura vial y realizar otro viaje desde el otro extremo de ésta hasta la Universidad con un costo de 2.00 soles, lo que significó un incremento total del costo para trasladarse hasta del 100 % en ocasiones.

Uno de los sectores empresariales más afectados fue el de servicios de turismo, ya que para el distrito de Castillo Grande y algunas zonas del distrito de Mariano Dámaso Beraún el puente es la única vía de acceso vehicular hacia la Cueva de las Lechuzas del Parque Nacional de Tingo María, que es una de las grandes atracciones turísticas de Huánuco.

De acuerdo con una entrevista que se aplicó a una agencia de viajes, el dueño indicó que, producto de los daños en el puente Corpac de Tingo María y su eventual restricción vehicular hasta la rehabilitación de la estructura, el negoció sufrió una minoración en sus ganancias por varias razones con base en el estado de resultados. Además de que hubo menos personas que contrataron los servicios de la unidad económica con respecto a lo estándar, de las personas que habían adquirido un paquete turístico para la Cueva de las Lechuzas, sólo el 50 % tuvo flexibilidad para cambiarlo a una atracción distinta de la zona, mientras que el otro 50 % se mantuvo en la postura de visitar la Cueva, por lo que estos turistas tuvieron costos adicionales por el aumento en el costo para transportarse, los cuales no fueron cubiertos por la empresa turística representando una pérdida en su imagen y en la del turismo en general de Tingo María. No obstante, la empresa sí absorbió dichos gastos para aquellos que habían contratado un paquete por varios días.

Asimismo, dada la interdependencia empresarial, no sólo el Parque Nacional de Tingo María vio reducidos sus ingresos a causa de que tuvo un menor número de visitas de turistas, sino que los negocios aledaños a este, tales como restaurantes o los enfocados a ventas de bebidas exóticas y artesanías, también experimentaron pérdidas por la disminución de clientes.

No obstante, el impedimento del paso de los vehículos en el puente Corpac generó empleos para una minoría de la población. Como ya se ha citado, hubo

personas brindando sus servicios para el traslado tanto de los activos tangibles de ciertos negocios como de determinadas pertenencias de los habitantes. Además, previo a la restricción sólo había algunos negocios establecidos alrededor del puente, por el contrario, derivado de este evento se observó una gran cantidad de unidades económicas adicionales ofreciendo sus productos en un sitio aledaño al puente, de las cuales algunas de ellas ya operaban anteriormente en otro lugar, pero optaron por reubicarse para aumentar sus utilidades. Predominaron los negocios enfocados a la venta de frutas (figura 10 a), de bebidas como refrescos y gaseosas, y de comida como juane, menudencia, papa rellena y carne a la parrilla (figura 10 b), sin embargo, también se observaron algunos destinados a la venta de sombrillas y bolsas para mercado. De los negocios comerciales ya existentes, con base en una entrevista se registró que la mayoría presentó un aumento en la productividad a causa del incremento de la demanda, sin embargo, para una minoría la amplificación de la competencia de mercado representó un gran problema.


a)


b)

Figura 10 Algunos negocios establecidos alrededor del puente; a) De venta de frutas. Fuente: Huánuco Informa; b) De bebidas y platillos. Fuente: Uranio TV Digital

6 CONCLUSIONES

Con la realización de esta investigación fue posible identificar que se presentaron los siguientes daños en el puente Corpac de Tingo María en febrero de 2020:

- Deslizamiento de un patín de la viga del carril izquierdo en dirección a Castillo Grande.
- Fallas en las uniones de placas y vigas.
- Corrosión en elementos estructurales de acero.
- Deterioros leves en la superficie de rodamiento de concreto.

Se registró que estos daños fueron provocados por el recurrente tránsito de vehículos que excedían el peso máximo permitido, así como por el intemperismo y la falta de mantenimiento de la construcción.

El cierre del paso vehicular a causa de los daños en el puente Corpac derivó grandes problemas socioeconómicos en los distritos de Rupa Rupa, Castillo Grande y Mariano Dámaso Beraún; por ejemplo, varios negocios tuvieron aumento de

gastos de logística y disminución de clientes, además, la inflación afectó la economía de la mayoría de las familias, ya que el precio de venta de una gran cantidad de productos, incluyendo los de canasta básica, así como del servicio de transporte incrementó considerablemente, por lo tanto, este contexto propició un descontento social.

La colaboración de los habitantes en general y no sólo de las autoridades gubernamentales es importante para un uso adecuado del puente y de esa forma evitar que ocurran problemas sociales y económicos iguales e incluso más catastróficos en comparación a los acontecidos en esta ocasión. Si no se implementan medidas más estrictas para el tránsito vehicular y éstas no son acatadas, podrían presentarse daños estructurales más severos en el puente que requieran de un proceso de rehabilitación más complejo derivándose un periodo muy largo del cierre vehicular, inclusive, en el peor de los casos, la obra de infraestructura vial podría colapsar y causar víctimas humanas.

7 RECOMENDACIONES

Se sugiere que las autoridades competentes lleven a cabo acciones para garantizar que en el puente colgante no transiten vehículos con una carga que exceda a la recomendada por los ingenieros, pero también se requiere que la población sea consciente y acate las disposiciones. Asimismo, se recomienda comisionar a ingenieros civiles especialistas en estructuras para realizar inspecciones continuas, además de efectuar un correcto mantenimiento de la obra de infraestructura vial con la finalidad de reducir su vulnerabilidad estructural. Por otra parte, para el beneficio de la población, es indispensable la construcción de vías alternas, ya que Tingo María sólo dispone de un puente vehicular.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado al primer autor durante la realización de esta investigación. Además, damos las gracias a los medios de comunicación, ingenieros y trabajadores de obra por la información brindada de manera indirecta sobre la patología del puente y otros aspectos relevantes en este trabajo. Finalmente, reconocemos la accesibilidad de los dueños de unidades económicas y pobladores para ser entrevistados, siendo posible la obtención de información valiosa sobre los problemas sociales y económicos desencadenados por el cierre vehicular del puente.

REFERENCIAS

AASHTO. (2014). *Diseño de puentes.*

Banco Central de Reserva del Perú. (2015). *Informe Económico y Social: Región Huánuco.* Huánuco: Banco Central de Reserva del Perú.

Castiñeira, N. H. (2020). *Actividades soldadura por arco.* Obtenido de Educación Tecnológica:

http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page266.htm

García, J. M., Ospina, J., & Graciano, E. (2014). "La infraestructura de puentes en las vías secundarias del departamento de Antioquia". *Revista EIA*, 119-131. DOI: http:/dx.doi.org/10.14508/reia.2014.11.22.119-131.

Gómez, C., Barrera, L. A., & Miranda, D. (2006). "Metodología de estimación preliminar de la vulnerabilidad de puentes basada en procedimientos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Aplicación a puentes carreteros del pacífico". *Memorias del XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural.* Puerto Vallarta: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.

Gutiérrez, O., & Zurita, A. (2006). "Sobre la Inflación". *PERSPECTIVAS*, 81-115.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2000). *Conociendo Huánuco.* Lima: INEI.

Jara , M., Álvarez, J., & Jara, J. (2006). "Algunas deficiencias de puentes sísmicamente vulnerables. *XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural" .* Puerto Vallarta : Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.

Lobo, W. (2001). "Diseño sísmico de puentes: Estado del Arte". *Revista de Ingeniería Sísmica*, 55-71. DOI: 10.18867/RIS.63.224.

Mascia, N., & Sartoti, A. (2011). "Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales". *Revista ingeniería de construcción*, 05-24. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732011000100001.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). *Guía para inspección de puentes.* Lima: MTC y DGCF.

Molina, M., Salgado, R., Zamora, S., Lagunes, E. G., & Vigueras , M. O. (2012). "Detección de daño en puentes mediante un modelo experimental". *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural .* Acapulco: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural .

Monleón, S. (2017). *Diseño estructural de puentes.* Valencia: Universitat Politécnica de Valencia

Moreno, J., Rivas, J., & Villarreal, F. G. (2014). "Inflación y crecimiento económico". *Investigación Económica*, 3-23. DOI: 10.1016/S0185-1667(15)30006-0.

MTC. (2003). *Manual de diseño de puentes.* Lima: MTC y DGCF.

Municipalidad Provincial de Leoncio Prado. (2020). *Municipalidad Provincial de Leoncio Prado – Tingo María*. Obtenido de Datos geográficos de Tingo María : http://www.munitingomaria.gob.pe/mplp/

Placencia , P. (2014). "Puentes, sociedad e ingeniería". *Informes de la construcción*, doi: http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.041.

Rivera, D., & Meli, R. (2008). "Procedimiento de diseño sísmico de columnas de puentes urbanos con concreto reforzado". *Revista de Ingeniería Sísmica*, 1-23. DOI: 10.18867/RIS.79.27.

Romero, C. (2019). *Electrodo 7018.* Obtenido de Laminas y Aceros: https://blog.laminasyaceros.com/blog/electrodo-7018

Rodríguez, A. (2012). *Puentes con AASHTO-LRFD 2010.* Perú: Independiente .

Salazar , I., Caro, N., & Zegarra, E. (2016). "Desempeño de la gerencia de desarrollo económico en la municipalidad de Leoncio Prado (Huánuco) y el desarrollo económico local". *RevIA Investigación y Amazonía* , 11-19.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2018). *Manual para conservación de puentes y estructuras similares.* Ciudad de México: SCT.

VISE. (2016). *¿Por qué es importante construir puentes en ciudades y carreteras?.* Obtenido de VISE: https://www.vise.com.mx/